# Einfluss industrieller Sondereinleiter auf die weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“

**24. April 2018**

**Dipl.-Ing. (FH) Guido Bruhn, Dipl.-Ing. Klaus Alt**

AOL Abwasserverband Obere Lutter
Hydro Ingenieure

# Referententeam

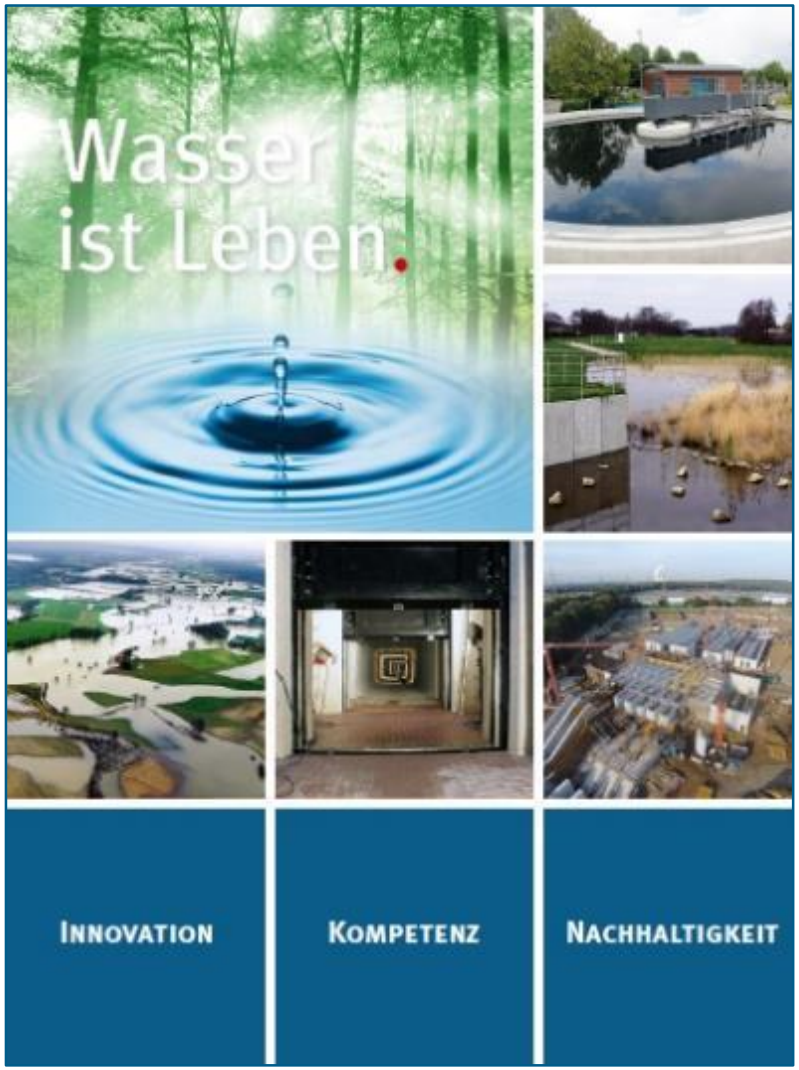
**Dipl.-Ing. Guido Bruhn**

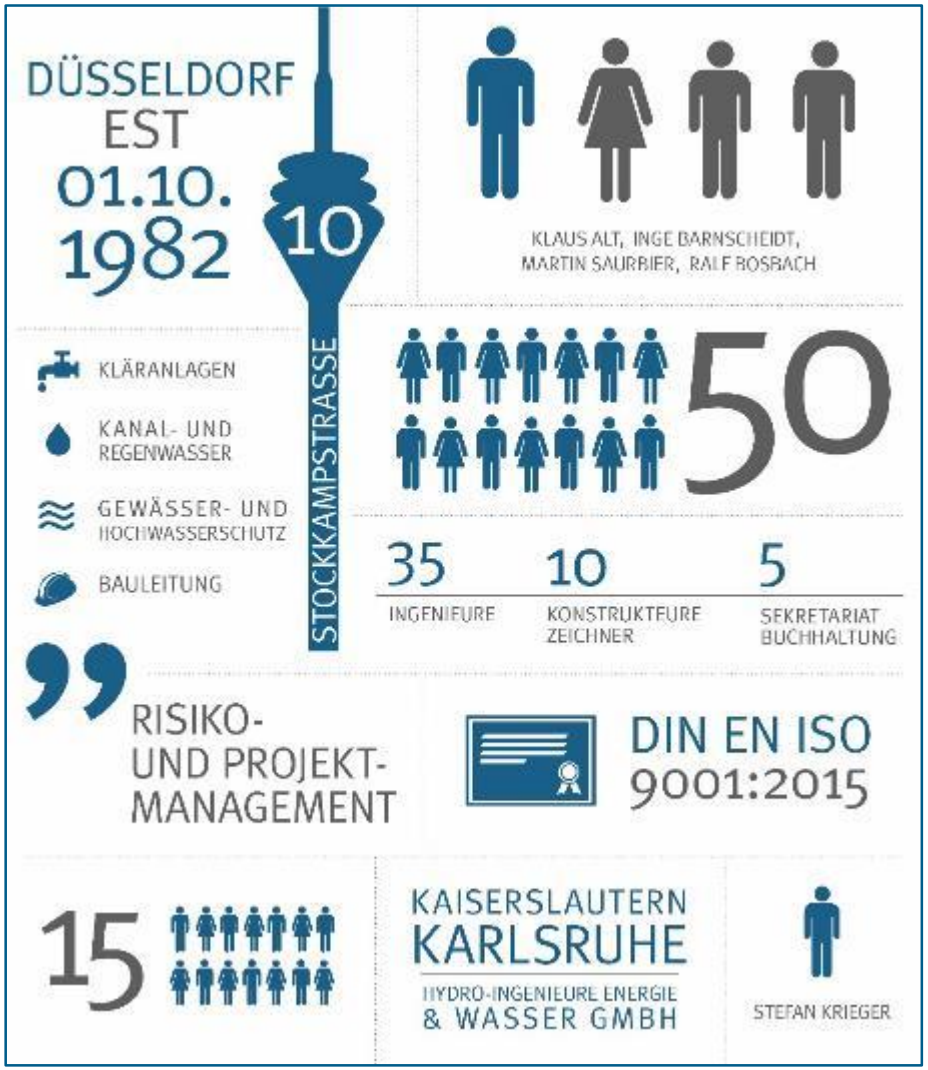
- Tech. Geschäftsführer Abwasserverband „Obere Lutter“
- 9 Jahre Berufserfahrung in der energetischen / prozess-technischen Optimierung der Kläranlage „Obere Lutter“

**Dipl.-Ing. Klaus Alt**

- Geschäftsführer / Gesellschafter Hydro-Ingenieure GmbH
- Mehr als 25 Jahre Berufserfahrung in der Planung von kommunalen und industriellen Kläranlagen
- Mitglied DWA KEK *„Schlammbehandlungskonzepte für kleine und mittlere Kläranlagen, P-Recycling, Aktivkohle“*
- Mitglied DWA Fachausschuss 6 *„Biologische Abwasserreinigung“*

# Überblick über die Hydro-Ingenieure GmbH



# Gliederung

- Einleitung und Veranlassung
- Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“
- Spurenstoffelimination
  - Betriebserfahrungen
  - Kosten
- Weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration
  - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung
  - CSB-Elimination der letzten Jahre
  - Fazit und Steuerungskonzepte
- Zusammenfassung

# Gliederung

- Einleitung und Veranlassung
- Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“
- Spurenstoffelimination
  - Betriebserfahrungen
  - Kosten
- Weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration
  - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung
  - CSB-Elimination der letzten Jahre
  - Fazit und Steuerungskonzepte
- Zusammenfassung

# Einleitung und Veranlassung

1882 verfasste eine Bürgerinitiative einen Bericht an den preußischen Landtag, der die belästigenden Umstände beschrieb:

„Der schöne, liebliche Emscherfluss von damals ist vollständig verschlammt und voller Morast, eine dunkle, chaotische, jauchige, stinkige Masse kriecht träge durch das Emscherbett dahin, und fortwährend aufsteigende Blasen verpesten mit ihren verderblichen Hauchen fortwährend die Luft, besonders feste Stoffe, Koth und Dünger, Küchenabfälle, Kehricht, Schutt, Asche, feuer- und explosionsgefährliche Stoffe …“.

*/"Alles fließt: Das Wasser der Emscher“, Heimat Dortmund„/*

TECHNIKUM

# Einleitung und Veranlassung

deine-isar.de

Lachs-Saison 2013 an Agger und Sieg erfolgreich!

Der Traum vom Baden in der Ruhr - derwesten.de

Als sie noch gemeinsam in der Emscher baden gingen: Die Wege der Ex … tagesspiegel.de

# Einleitung und Veranlassung

11. Juli 2012 13:10 Hormone in Gewässern

## Umweltverschmutzung lässt Fische fremdgehen

**Drastische Folgen hat der hormonähnliche Stoff Bisphenol A in Gewässern in den USA: Weit verbreitete Karpfenfische bandeln unter seinem Einfluss mit fremden Arten an. Und diese Seitensprünge sind nicht harmlos.**

*Von Thomas Wagner-Nagy*

Hormonähnliche Chemikalien in Flüssen beeinflussen das Fortpflanzungsverhalten von Fischen. Mitunter erkennen die Tiere ihre eigenen Artgenossen nicht mehr und paaren sich mit fremden Arten. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie amerikanischer Forscher um Jessica Ward von der University of Minnesota (*Evolutionary Applications*, online).

## ARD - Bakterien und Antibiotika im Wasser

**Antibiotika-Resistenzgene im Trinkwasser**

Immer häufiger kämpfen Ärzte auf Intensivstationen gegen übermächtige Gegner. Bakterien, gegen die auch Antibiotika nicht helfen. Resistente Bakterien werden so zu einer tödlichen Bedrohung.

Wie die Resistenzen sich verbreiten, ist noch immer nicht geklärt. Allerdings gibt es erste Hinweise, dass ausgerechnet Trinkwasser dabei eine Rolle spielen könnte. Bakterien, gegen die zahlreiche Antibiotika wirkungslos sind, vermehren sich weiter und können kaum bekämpft werden.

http://www.trinkwasser-report.de/presseberichte/ardbakterienundantibiotikaimwasser.html

## Forellen in Berliner Flüssen werden weiblich

Doch im Tierreich ist die verweiblichende Wirkung von Hormonen nachgewiesen. «Statt strammer Fischjungs nur noch impotente Schwächlinge», so warnt das **Anglermagazin *Esox*** und schlägt Alarm: «Sterben unsere Fische aus?» Nachweise im Fischsegment gibt es viele. So wurde etwa die Feminisierung von Forellen in Berliner Flüssen nachgewiesen. Leben die Fische in der Nähe eines Klärwerks, werden die männlichen Forellen fast vollständig ausgerottet. Nur noch Weibchen schwimmen umher, haben die Wissenschaftler Hansen und Dizer 1999 **herausgefunden**. Vor allem die Sommermonate seien schwierig, weil dann die Abwasserkonzentration in den Binnengewässern durch die Trockenheit besonders hoch ist. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Wissenschaftler bei der Untersuchung von Brassen im Rhein.

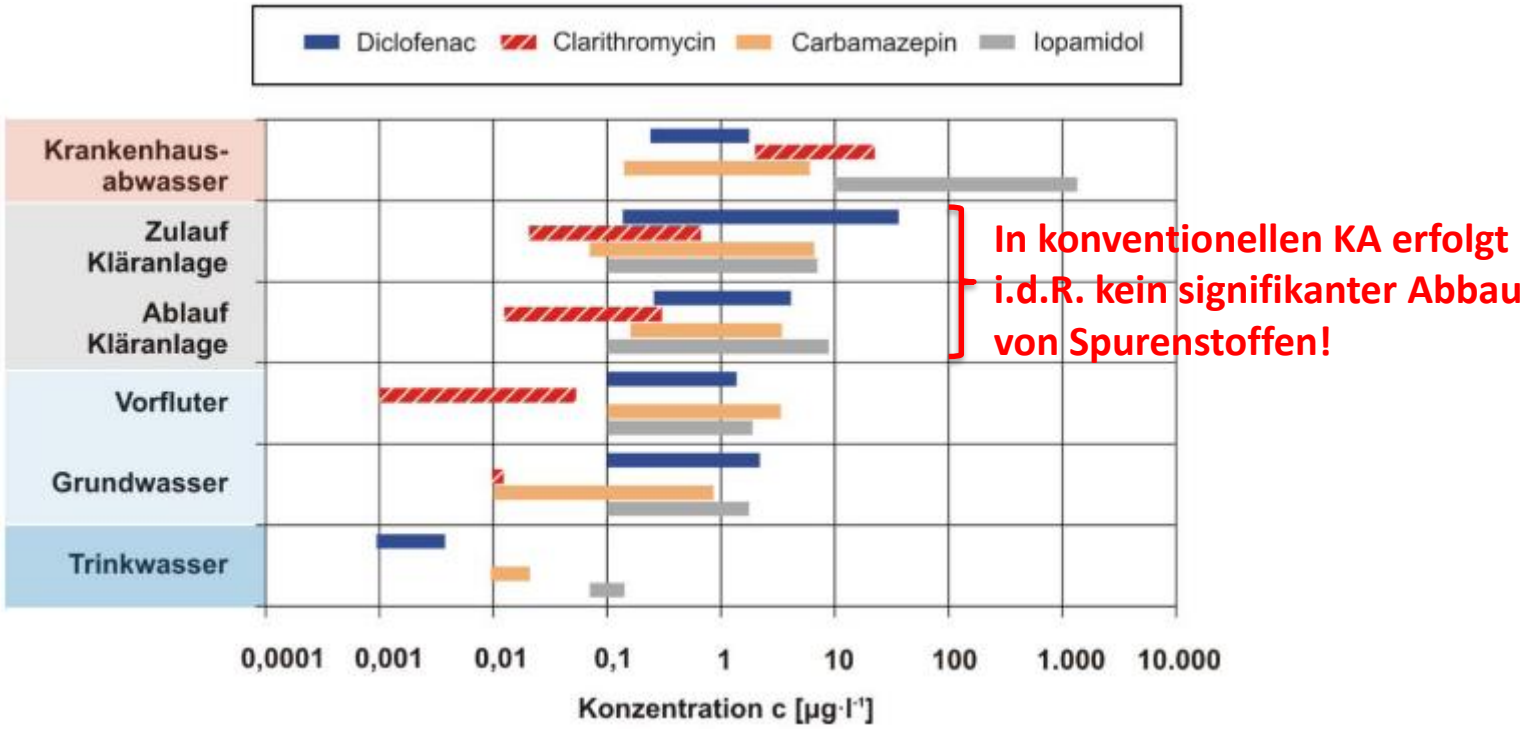
http://www.news.de/panorama/855116563/macht-trinkwasser-maenner-impotent/1/

# Spurenstoffelimination - Herkunft von Spurenstoffen

- Human- und Veterinärpharmazie (Carbamazepin, Diclofenac, Sulfamethoxazol, …)
- Röntgenkontrastmittel (Amidotrizoesäure, ...)
- Pestizide (Herbizide, Insektizide, Fungizide, Rodentizide, …)
- Pflegeprodukte (Duftstoffe in Shampoo, Cremes, …)
- Spezialchemikalien (Flammschutzmittel, Komplexbildner, Weichmacher, …)
- Nanopartikel

# Spurenstoffelimination - Herkunft von Spurenstoffen

- Beispiel für Spannweite gemessener Arzneimittelkonzentrationen in der aquatischen Umwelt
  - Diclofenac (Analgetikum)
  - Clarithromycin (Antibiotikum)
  - Carbamazepin (Antiepileptikum)
  - Iopamidol (Röntgenkontrastmittel)

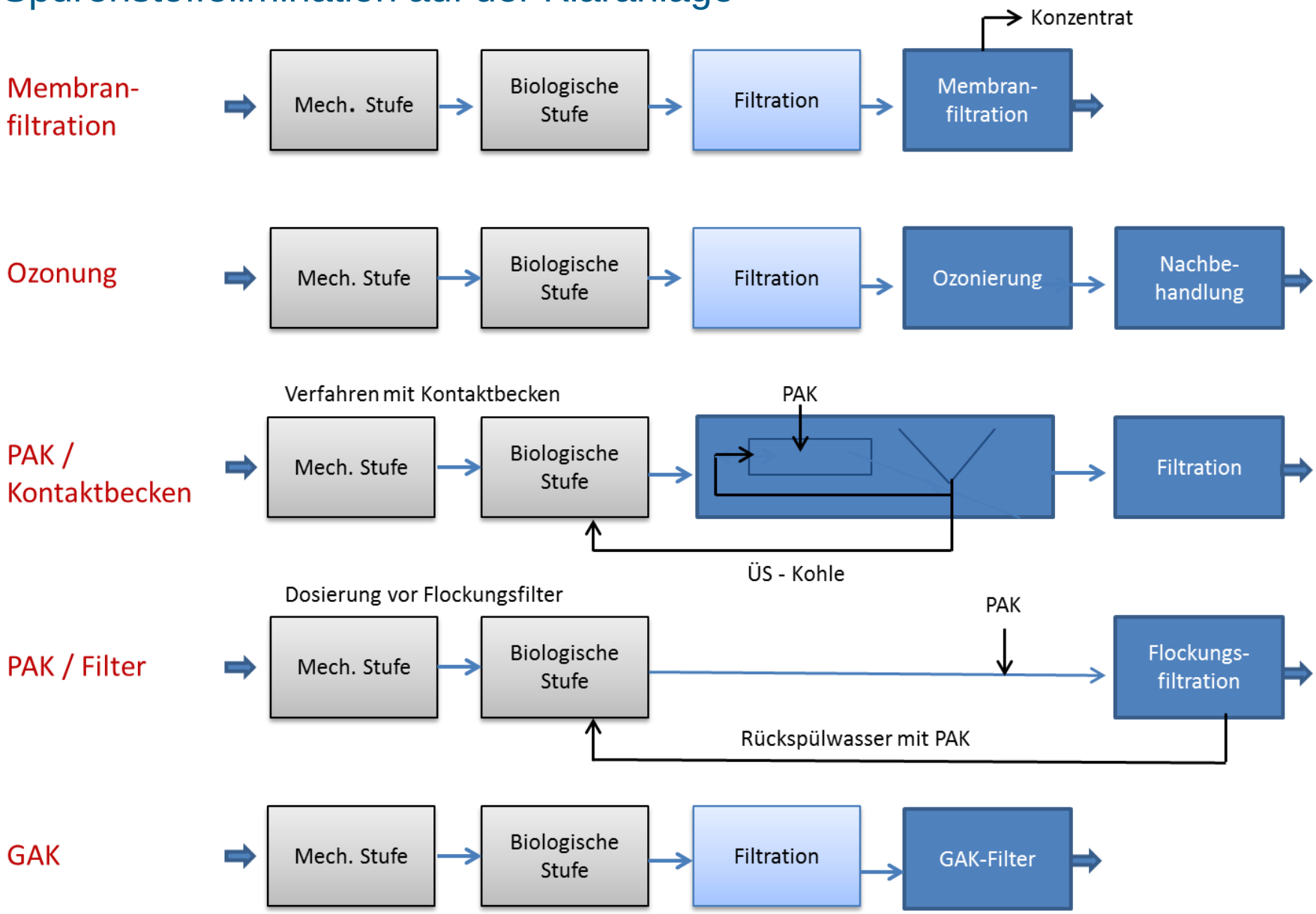



Quelle: Beier 2010

# Spurenstoffelimination auf der Kläranlage

| Mechanismus | Verfahren | Nachbehandlung |
|---|---|---|
| Oxidativ | Ozonung<br>AOP | Nachbehandlung (biologisch), z.B. mittels<br>• Sandfiltration<br>• Wirbelbett<br>• Festbett<br>• ... |
| Adsorptiv | Pulverisierte Aktivkohle | Abtrennung der PAK (physikalisch), z.B. mittels<br>• Tiefenfiltration (Flockungsfiltration, kontinuierlich gespülter Filter, kompressible synthetische Kollektoren, ...)<br>• Flächenfiltration (Membran-, Tuchfiltration, Mikrosiebung,...) |
| | Granulierte Aktivkohle | Regeneration extern durchgeführt |
| | Sonstige Adsorbentien | Regeneration (z.B. oxidativ) |
| Physikalisch | Nano-filtration<br>Umkehr-osmose | Konzentratbehandlung |

# Spurenstoffelimination auf der Kläranlage



# Gliederung

- Einleitung und Veranlassung
- Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“
- Spurenstoffelimination
  - Herkunft von Spurenstoffen
  - Betriebserfahrungen
  - Kosten
- Weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration
  - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung
  - CSB-Elimination der letzten Jahre
  - Fazit und Steuerungskonzepte
- Zusammenfassung

# Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“

- öffentlich-rechtliche Körperschaft
- Mitgliedsgemeinden:

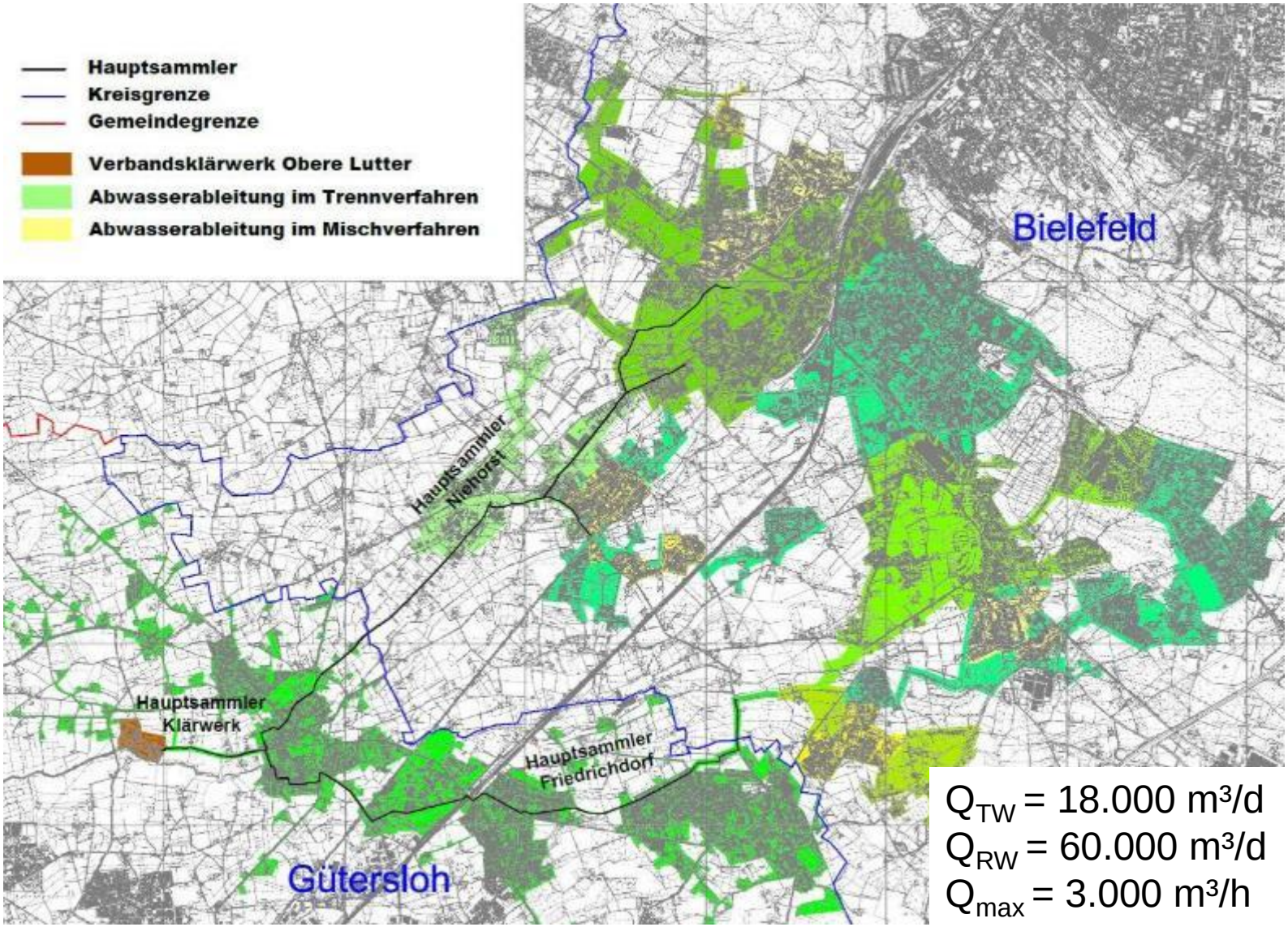
  Stadt Bielefeld 86 %

  Stadt Gütersloh 14 %
- Verbandsgründung: 1965
- KW-Inbetriebnahme: 1967 *50 Jahre*
- Beschäftigte: 20
- Einzugsgebiet: 21,5 km²
- Hauptsammler: 17,4 km
- Ausbaugröße: EW 380.000 E
- Belastung zur Zeit: EW 200.000
- Gewässer: → Ems-Lutter

  → Ems

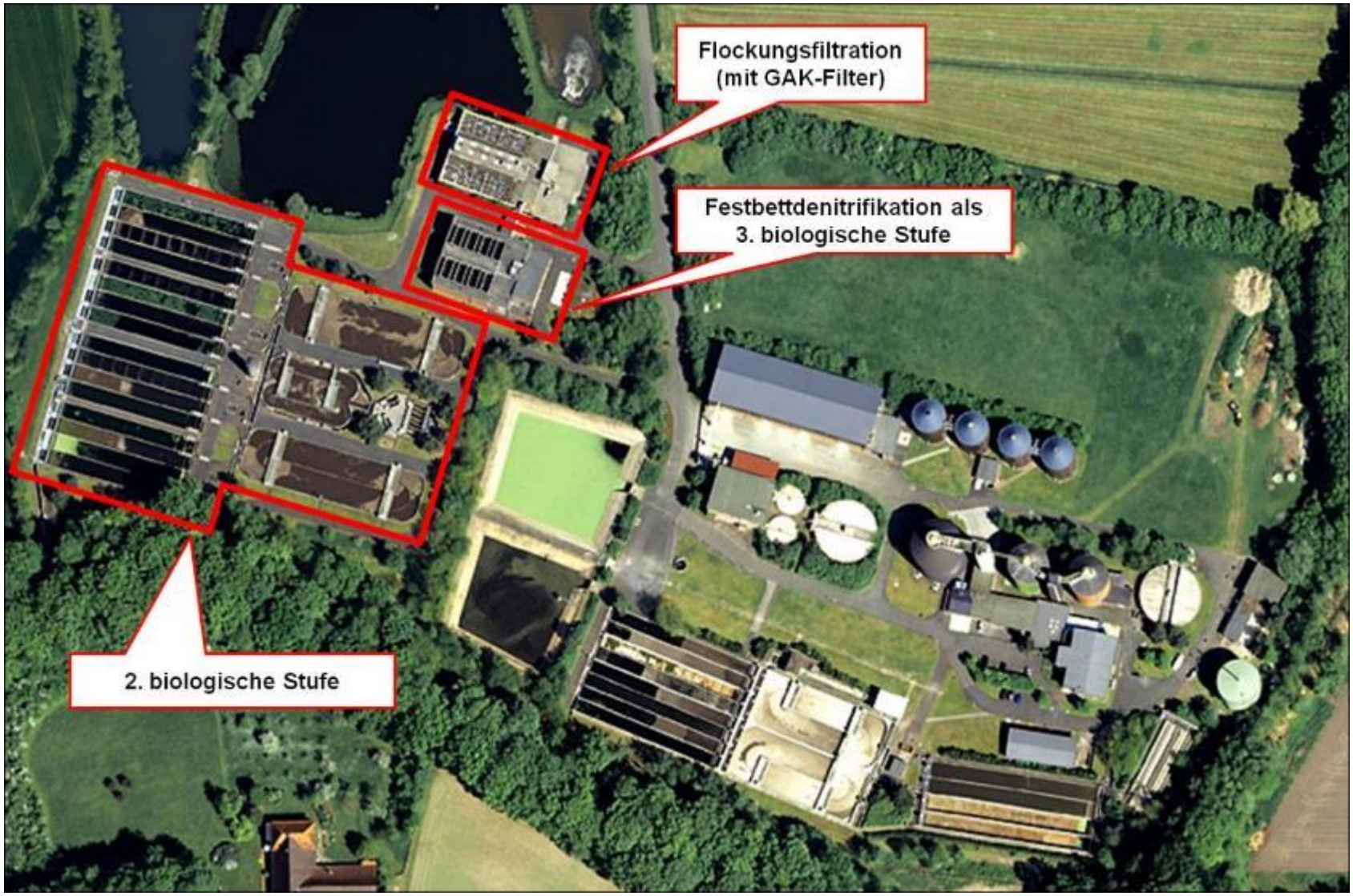
  → Nordsee

# Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“




$Q_{TW}$ = 18.000 m³/d
$Q_{RW}$ = 60.000 m³/d
$Q_{max}$ = 3.000 m³/h

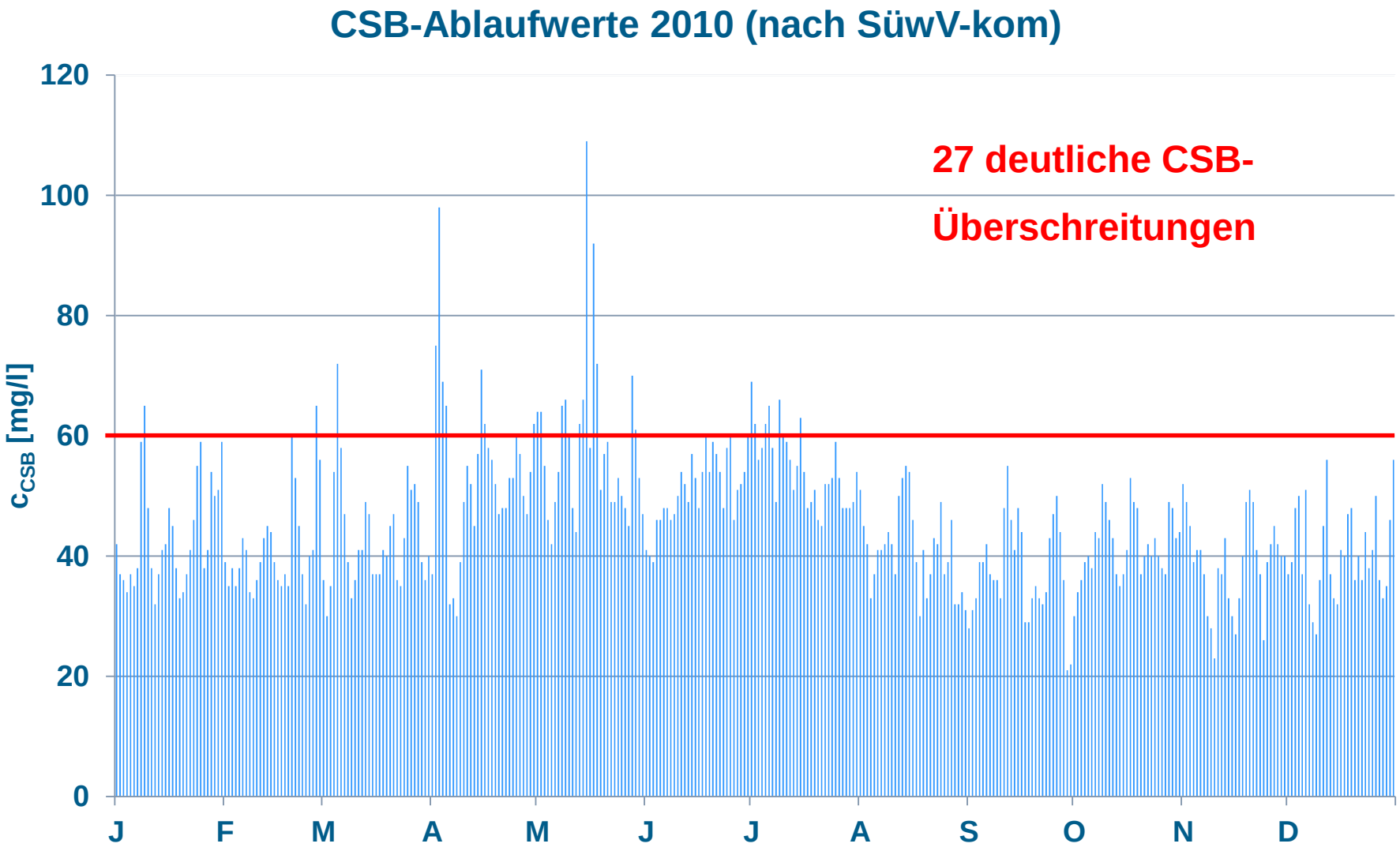
# Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“



# Gliederung

- Einleitung und Veranlassung
- Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“
- Spurenstoffelimination
  - Betriebserfahrungen
  - Kosten
- Weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration
  - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung
  - CSB-Elimination der letzten Jahre
  - Fazit und Steuerungskonzepte
- Zusammenfassung

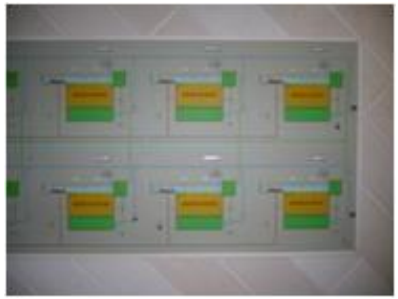
# Betriebserfahrungen CSB



# GAK-Kläranlage Gütersloh „Obere Lutter“

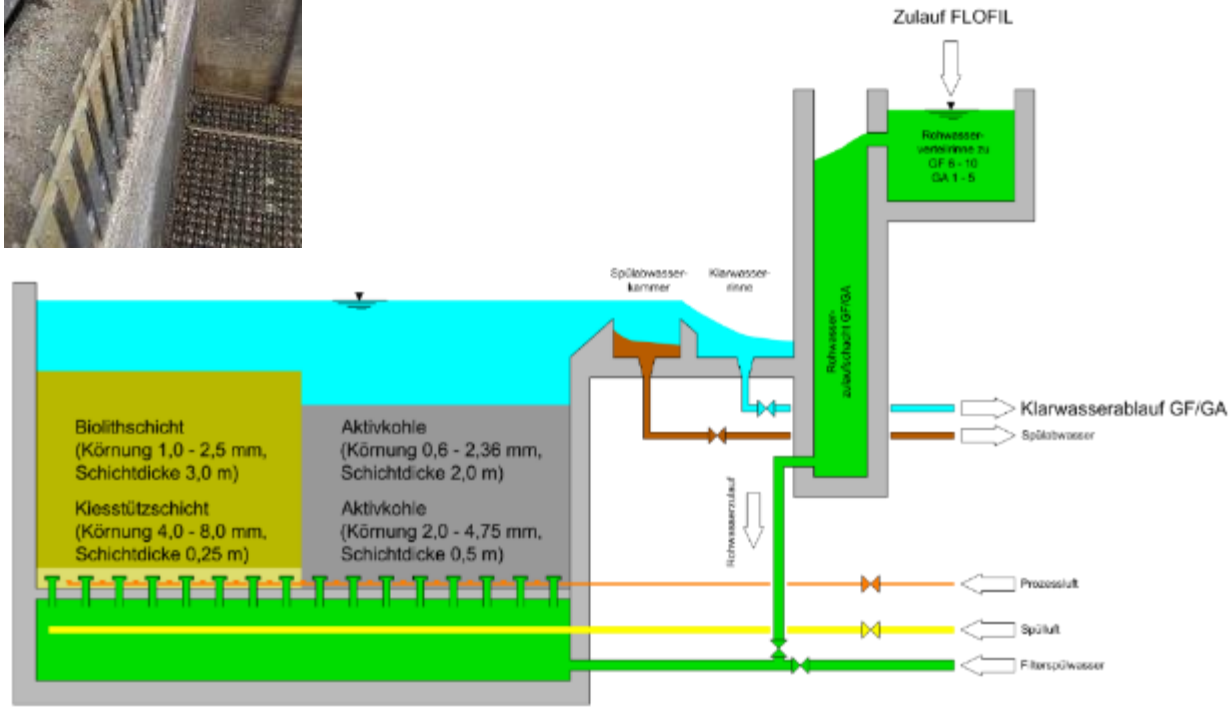
Ausbaugröße 380.000 EW

- Inbetriebnahme 01.11.2010
  →über 7 Jahre Betriebserfahrung
- 5 Filterzellen à 40 m²
- Betriebskosten 220.000 €/a
- CSB-Reduktion um 40 %,
  Phosphor-Reduktion um ca. 25%



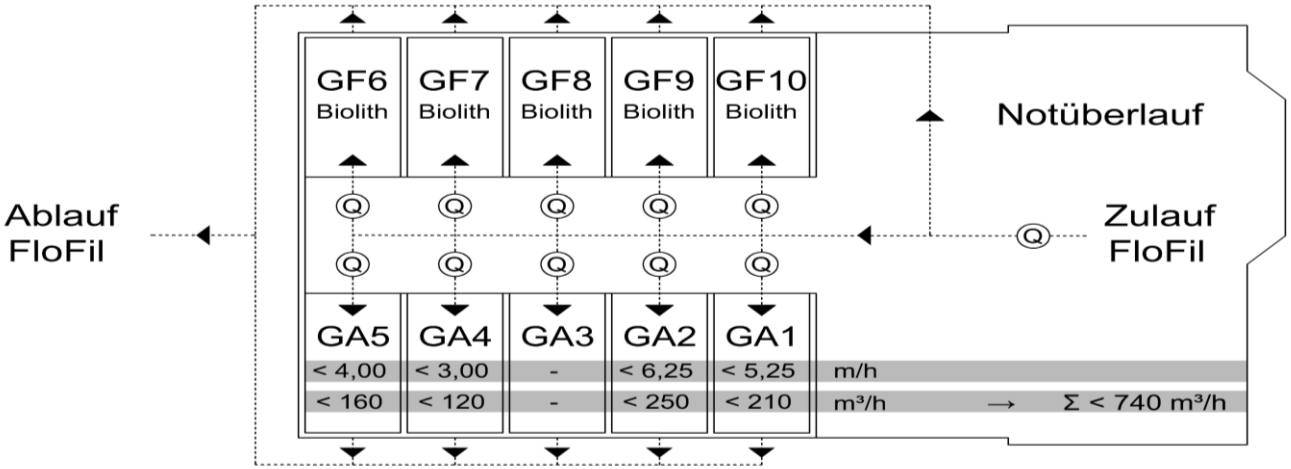
# GAK-Kläranlage Gütersloh „Obere Lutter“

- GAK-Stützschicht ($d_k$ = 2 – 4,75 mm) für Düsenschlitzweite 2 mm



# GAK-Kläranlage Gütersloh „Obere Lutter“

## Übersicht GAK-Umbau



| Filter-Nr. | Kurzbezeichnung | GAK-Typ/Filtermaterial | Filtergeschwindigkeit | Betriebszeit/Betriebsart |
|---|---|---|---|---|
| 4 | GF | Biolit | variabel<br>2 bis 8 m/h | kontinuierlich<br>fortlaufend |
| 5 | GA-5 | Frischkohle<br>AquaSorb 5000 | konstant<br>2 m/h | kontinuierlich<br>28.01.2011–12.04.2012 |
| – | kont. KA | Frischkohle | konstant<br>10 m/h | kontinuierlich<br>28.01.2011–05.05.2011 |
| – | diskont. KA | Frischkohle | konstant<br>10 m/h | diskontinuierlich (intermittierend)<br>16.05.2011–27.10.2011 |

*Tabelle 1: Verfahrensvarianten der untersuchten Adsorber und Filter in Projektabschnitt 1*

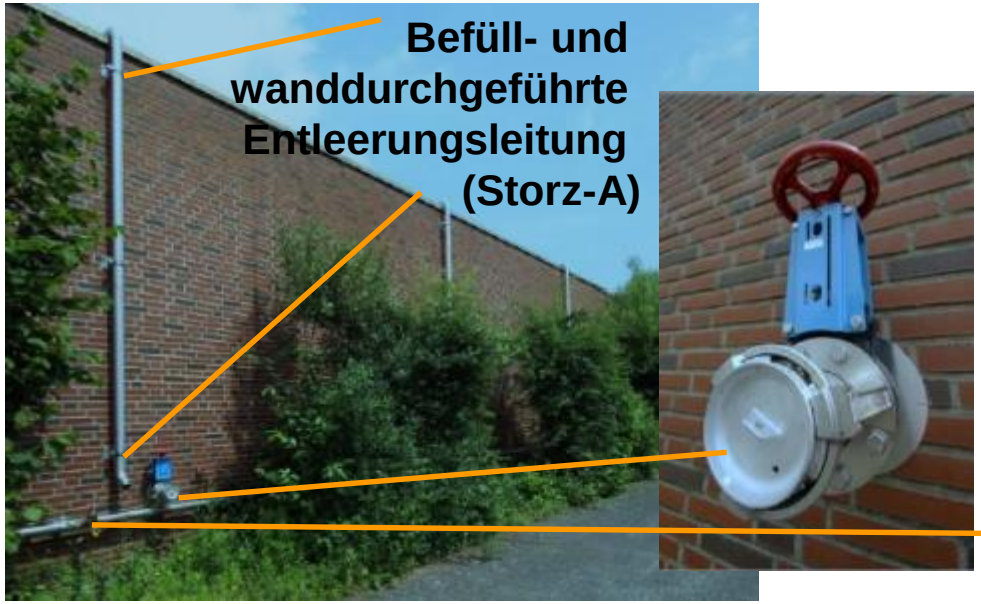
| Filter Nr. | Kurzbezeichnung | GAK-Typ/Filtermaterial | Filtergeschwindigkeit | Betriebszeit/Betriebsart |
|---|---|---|---|---|
| 3 | GA-3 | Frischkohle<br>AquaSorb 5000 | variabel<br>2 bis 8 m/h<br>Ø = 3,6 m/h | intermittierend<br>12.06.2012 – 06.09.2013 |
| 4 | GA-4 | Frischkohle | konstant<br>2 m/h | intermittierend<br>12.06.2012 – 04.10.2013 |
| 5 | GA-$5_R$ | Reaktivat + Make-up | konstant<br>2 m/h | intermittierend<br>12.06.2012 – 18.09.2013 |
| 6 | GF | Biolit | variabel<br>2 bis 8 m/h | kontinuierlich<br>fortlaufend |

*Tabelle 2: Verfahrensvarianten der untersuchten Adsorber und Filter in Projektabschnitt 2*

# GAK-Kläranlage Gütersloh „Obere Lutter“

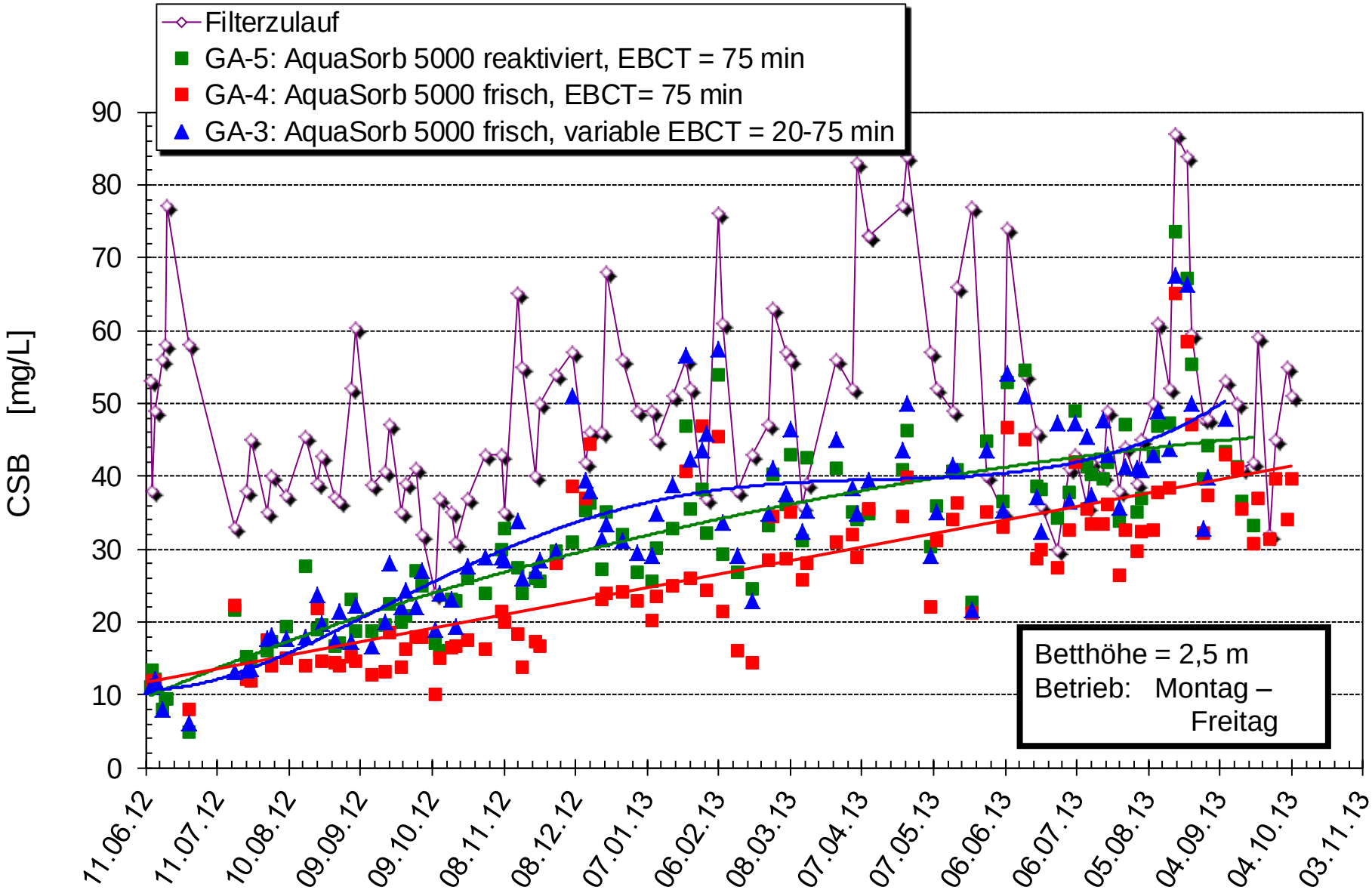
**Ausbau alte Schüttung aus Biofor (Biolit)**

**Hydraulische Befüllung aus Silotransporter**

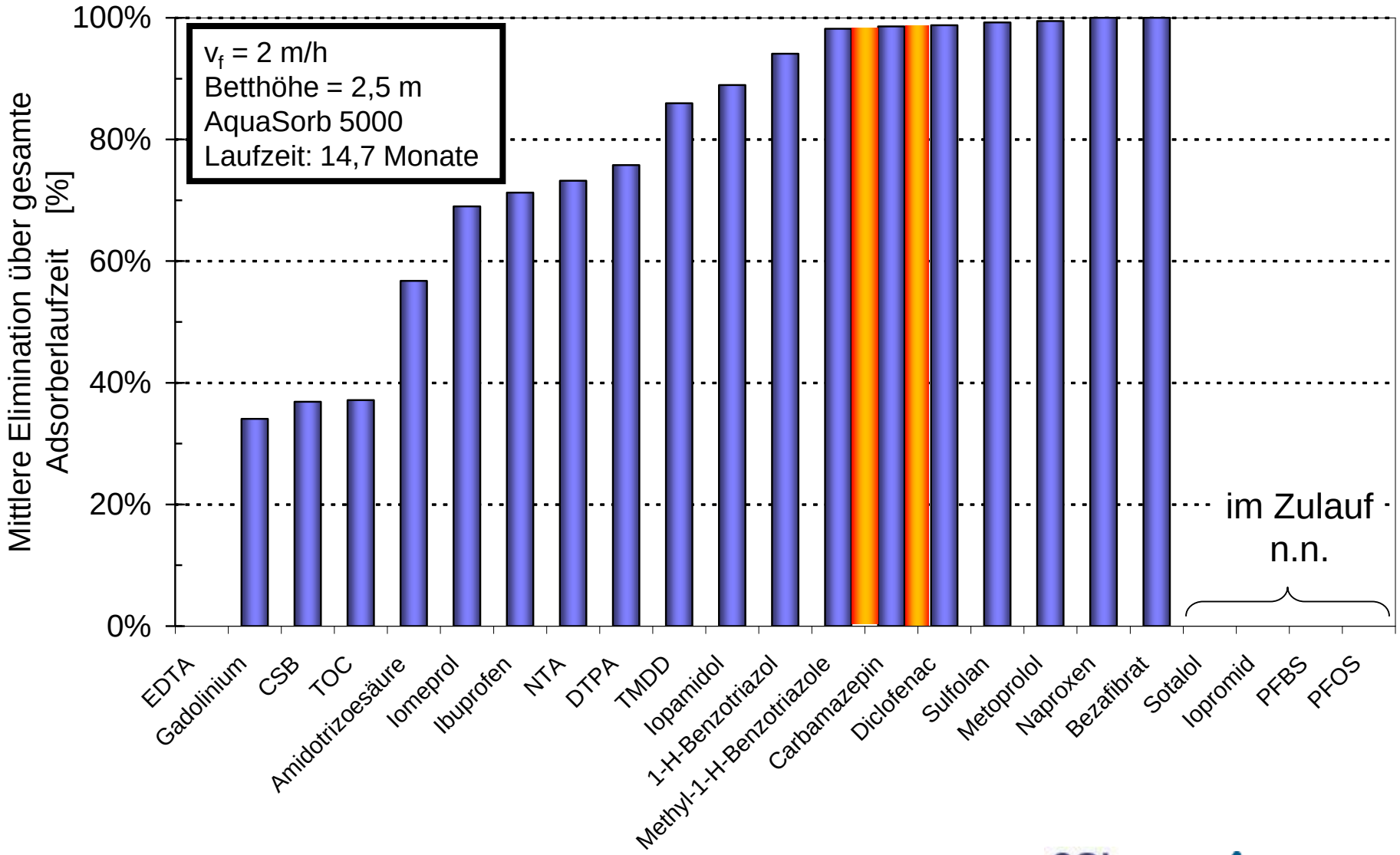


**Treibwasserentnahme (Storz C)**

# GAK-Kläranlage Gütersloh „Obere Lutter“



# GAK-Kläranlage Gütersloh „Obere Lutter“



# Spurenstoffelimination - Betriebserfahrungen

| PN | BVs | Betablocker | | sonstige Humanpharmaka | | | Industrie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bisoprolol [µg/l] | Metoprolol [µg/l] | Bezafibrat [µg/l] | Diclofenac [µg/l] | Carbamazepin [µg/l] | TMDD [µg/l] | 1H-Benzotriazol [µg/l] |
| Zulauf | - | 0,45 | 1,80 | 0,99 | 2,66 | 0,68 | 96,60 | 32,17 |
| GA 5 | 389 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | <0,01 | 0,06 | 0,08 |
| GA 4 | - | | | | | | | |
| GA 3 | 10.503 | 0,04 | 0,36 | 0,81 | 2,26 | 0,28 | 37,20 | 23,30 |
| GA 2 | 6.053 | 0,07 | 0,26 | 0,66 | 1,63 | 0,12 | 38,10 | 7,49 |
| GA 1 | 1.871 | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,06 | <0,01 | 2,75 | 0,09 |

# Spurenstoffelimination - Betriebserfahrungen

| PN | BVs | Betablocker | | sonstige Humanpharmaka | | | Industrie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bisoprolol [µg/l] | Metoprolol [µg/l] | Bezafibrat [µg/l] | Diclofenac [µg/l] | Carbamazepin [µg/l] | TMDD [µg/l] | 1H-Benzotriazol [µg/l] |
| Zulauf | - | | 2,17 | | 2,19 | 0,85 | | 48,60 |
| GA 5 | 1.410 | | <0,01 | | 0,02 | <0,01 | | 0,38 |
| GA 4 | - | | | | | | | |
| GA 3 | 12.884 | | 1,42 | | 0,90 | 0,57 | | 23,70 |
| GA 2 | 8.070 | | 1,08 | | 1,07 | 0,37 | | 9,27 |
| GA 1 | 2.891 | | 0,05 | | 0,15 | 0,02 | | 0,37 |

# Spurenstoffelimination - Betriebserfahrungen

| PN | BVs | Betablocker | | sonstige Humanpharmaka | | | Industrie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Bisoprolol [µg/l] | Metoprolol [µg/l] | Bezafibrat [µg/l] | Diclofenac [µg/l] | Carbamazepin [µg/l] | TMDD [µg/l] | 1H-Benzotriazol [µg/l] |
| Zulauf | - | | 2,5 | | 3,9 | 0,79 | | 24,0 |
| GA 5 | 5.315 | | 0,17 | | 1,1 | 0,14 | | 2,7 |
| GA 4 | 2.563 | | <0,01 | | 0,1 | 0,01 | | 1,0 |
| GA 3 | 754 | | <0,01 | | <0,02 | <0,01 | | 0,2 |
| GA 2 | - | | | | | | | |
| GA 1 | 7.571 | | 0,49 | | 1,1 | 0,29 | | 5,4 |

# Spurenstoffelimination - Gesamtkostenübersicht (brutto)

| | Gesamtkosten | Zuschüsse | AOL-Kosten [3] |
|---|---|---|---|
| 1. F + E Vorhaben [1] (2011-2013) | 262.557,94 € | 169.460,24 € | 93.097,70 € |
| 2. F + E Vorhaben [1] (2014-2015) | 356.683,65 € | 285.173,73 € | 71.509,92 € |
| Umbauarbeiten [2] | 481.627,97 € | 290.149,74 € | 191.478,23 € |
| **Summe** | **1.100.869,56 €** | **744.783,71 €** | **356.085,85 €** |

[1] 80 % Förderung durch das MKULNV NRW

[2] 70 % Förderung durch „Investprogramm Abwasser NRW“ (IPA) Förderbereich 3.2 Öffentliche Kläranlagen - innovative Technologien (über die NRW Bank)

[3] Abrechnung über § 10 Abs. 3 AbwAG

# Spurenstoffelimination - Jährliche Plankosten (brutto) pro Filter

- Regeneration

| | | | |
|---|---|---|---|
| Entleeren/Befüllen des Adsorbers | → 1 Person á 18 Stunden | → | 720 € |
| Regeneration der Aktivkohle | → 1.300 €/Mg (für 30 Mg) | → | 39.000 € |
| | | | ~ 40.000 € |

- Erforderliche Spülungen

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Spülvorgänge pro Woche | → 1 Person á 1 Stunde | → | 80 € |
| | → 52 Wochen pro Jahr | | ~ 4.000 € |

- Energie: keine Mehrkosten
- Analytik: je nach Probenumfang und Häufigkeit 6.000 €

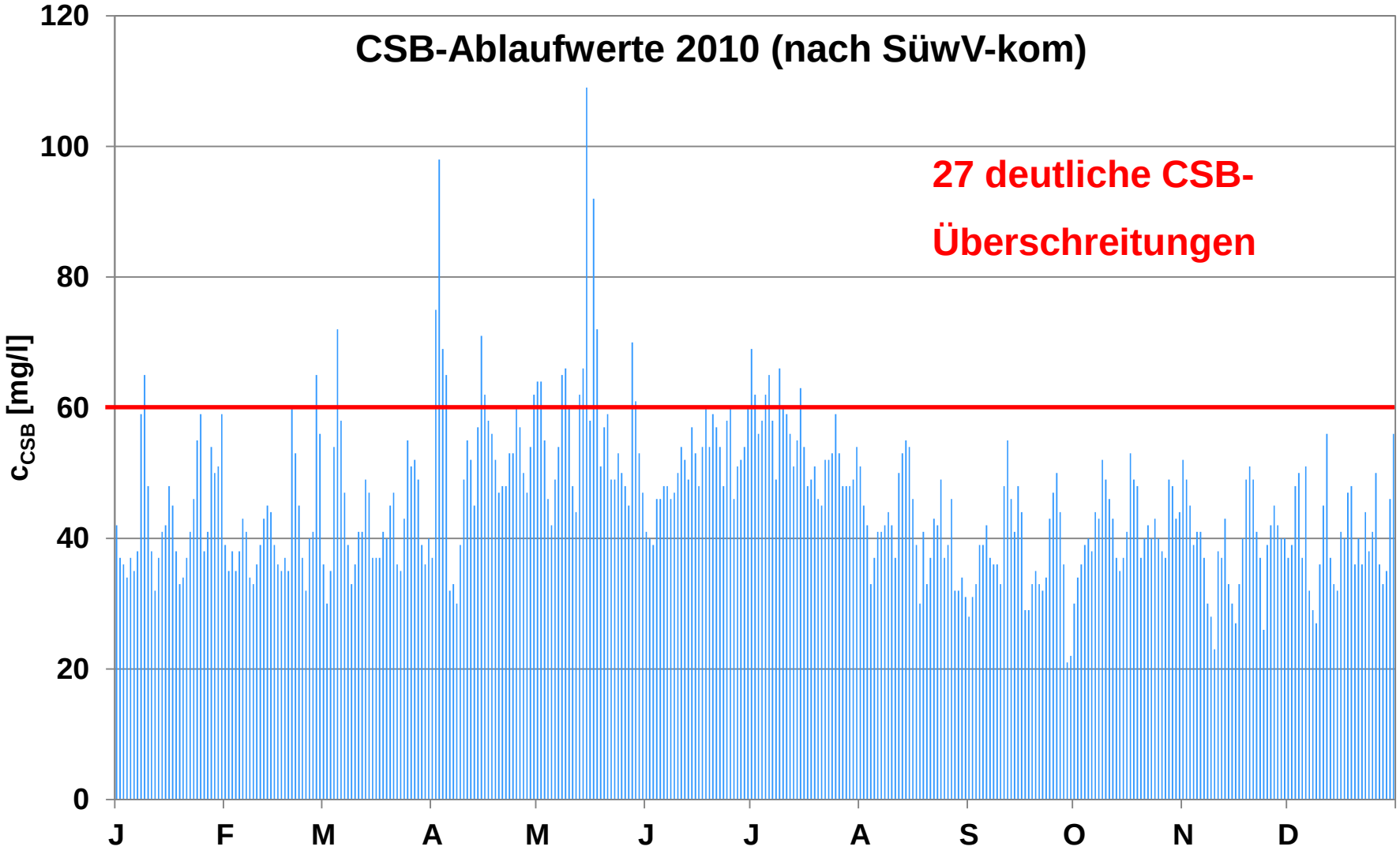
→ **Gesamtkosten (brutto) pro Jahr** **50.000 €**

| | | |
|---|---|---|
| → bei 5 Großadsorbern: | 250.000 € | pro Jahr |
| → bei 6,5 Mio. m³ Abwasser: | 0,038 € | pro m³ |
| → pro Einwohner: | ~ 4,000 € | pro Jahr |

# Gliederung

- Einleitung und Veranlassung
- Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“
- Spurenstoffelimination
  - Betriebserfahrungen
  - Kosten
- Weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration
  - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung
  - CSB-Elimination der letzten Jahre
  - Fazit und Steuerungskonzepte
- Zusammenfassung

# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung



# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung

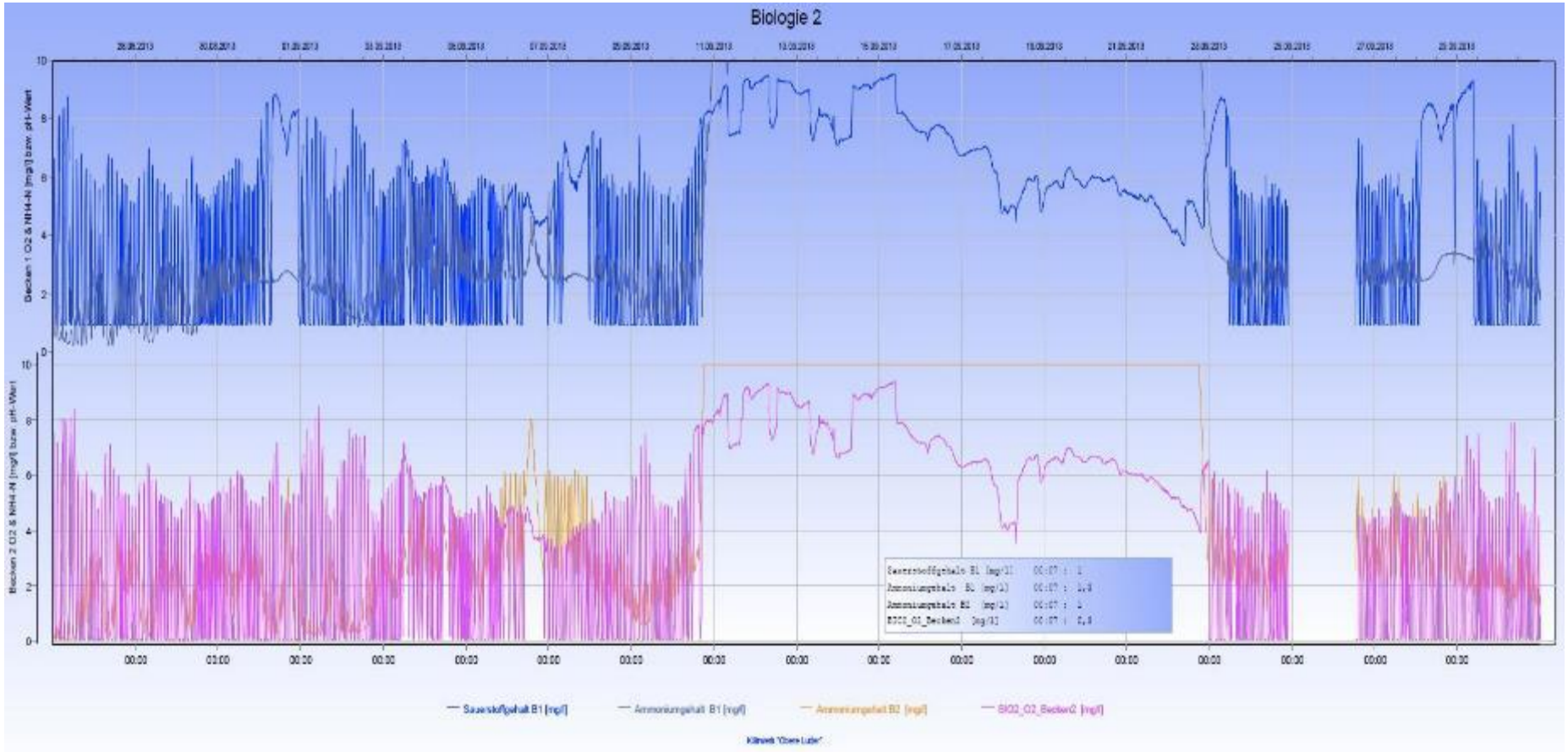
- Hohe Salzfrachten: Leitfähigkeit von 30 - 80 mS/cm
- Spezifische CSB-Frachten (bis 30 % der täglichen Zulaufbelastung) mit einem schwer bis nicht abbaubarem $BSB_5$-Anteil
- Teils erhöhte PFT-, Schwermetall und Tensid-Einleitungen
- Teils toxische Abwasserinhaltsstoffe mit hemmender Wirkung auf die Mikroorganismen in den biologischen Stufen
- Nachts ungünstiges Verdünnungsverhältnis mit kommunalem/häuslichem Abwasser (1:10)

# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung

- Leitfähigkeitsganglinie

# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung

- Verlauf von $NH_4$-N und $O_2$-Konzentration in den Biostufen



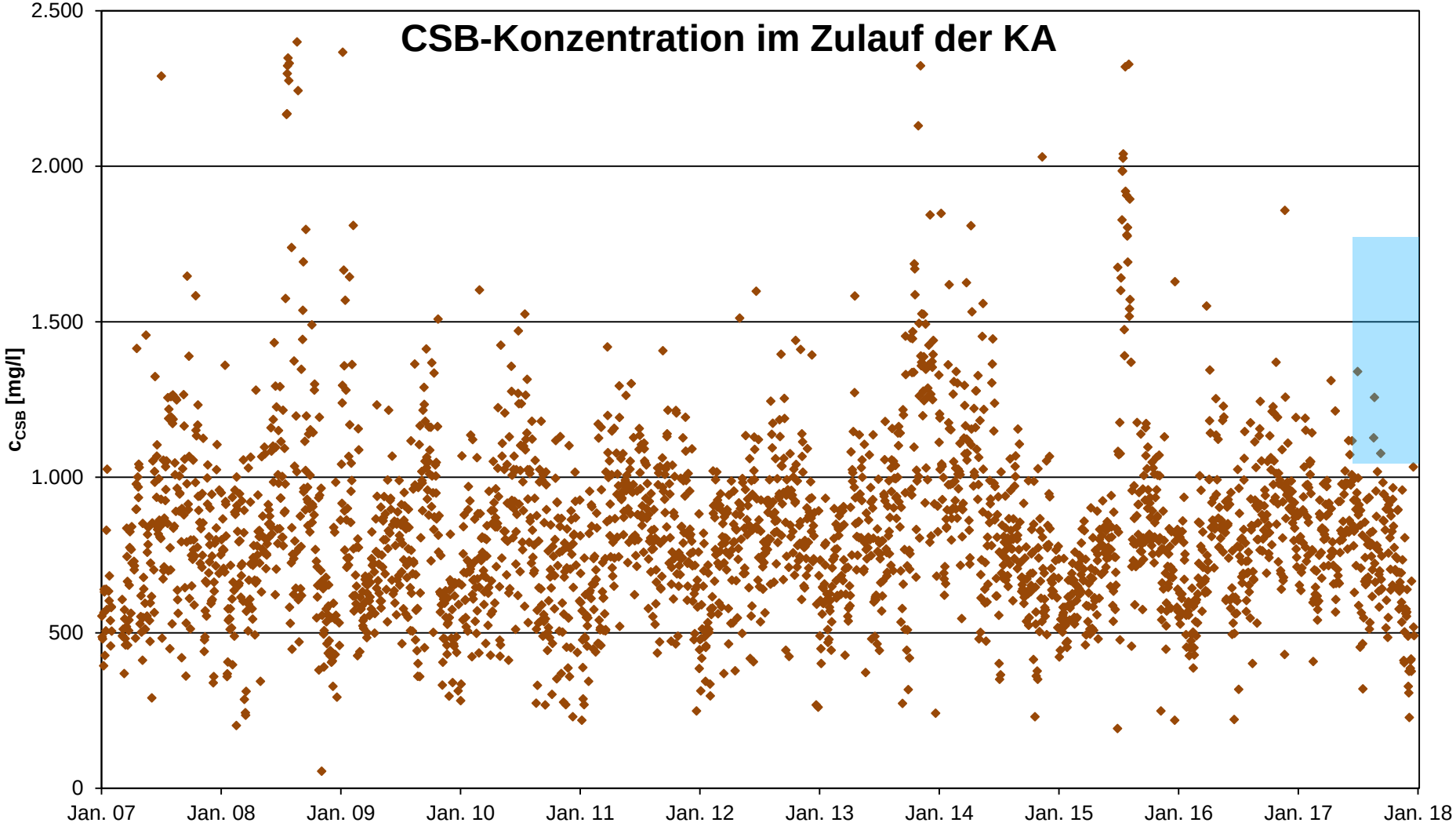
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung

- Bildung von Schwimmschlamm in Absetzbecken

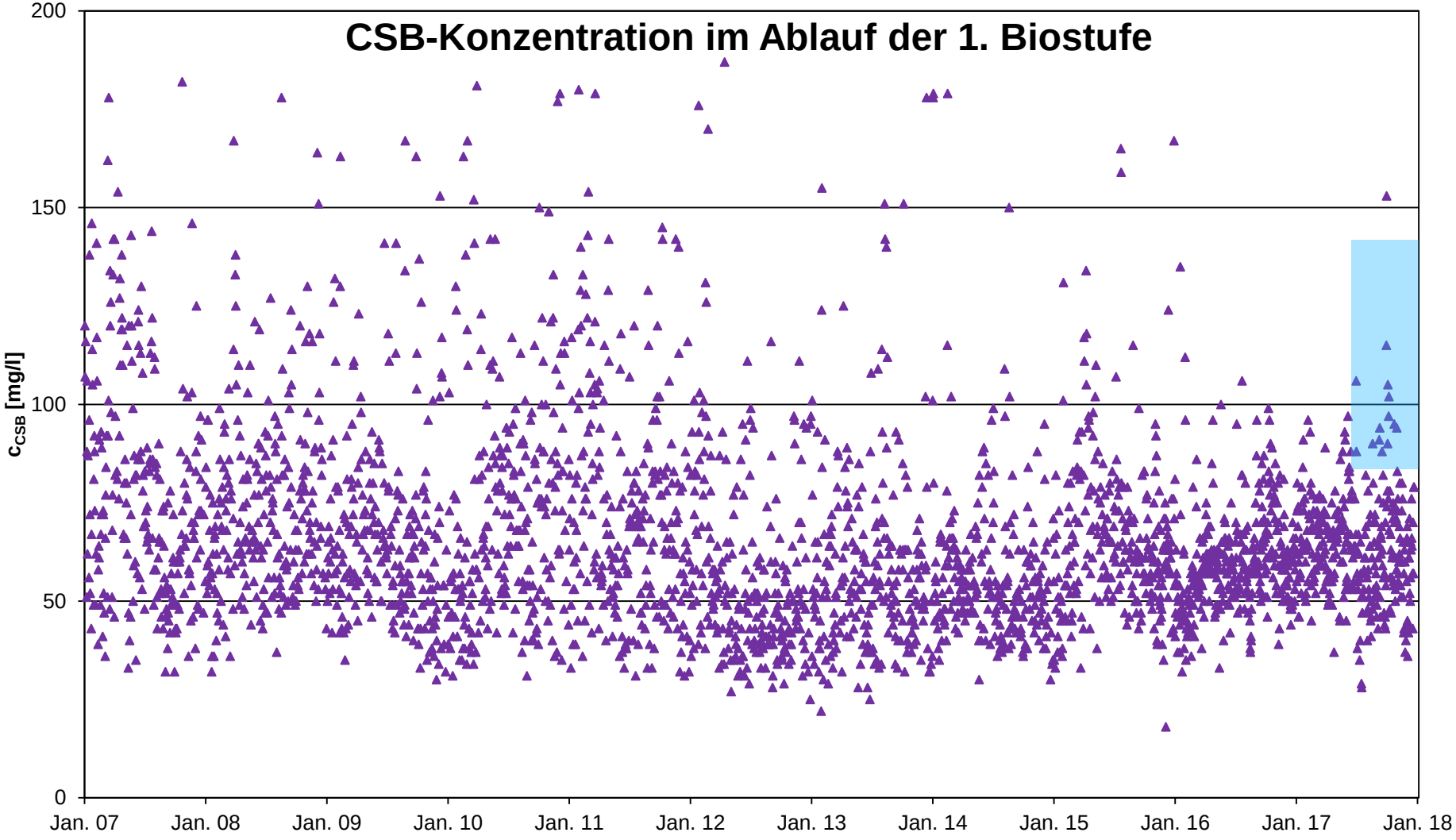
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung

- Störungen in den Belebungsbecken

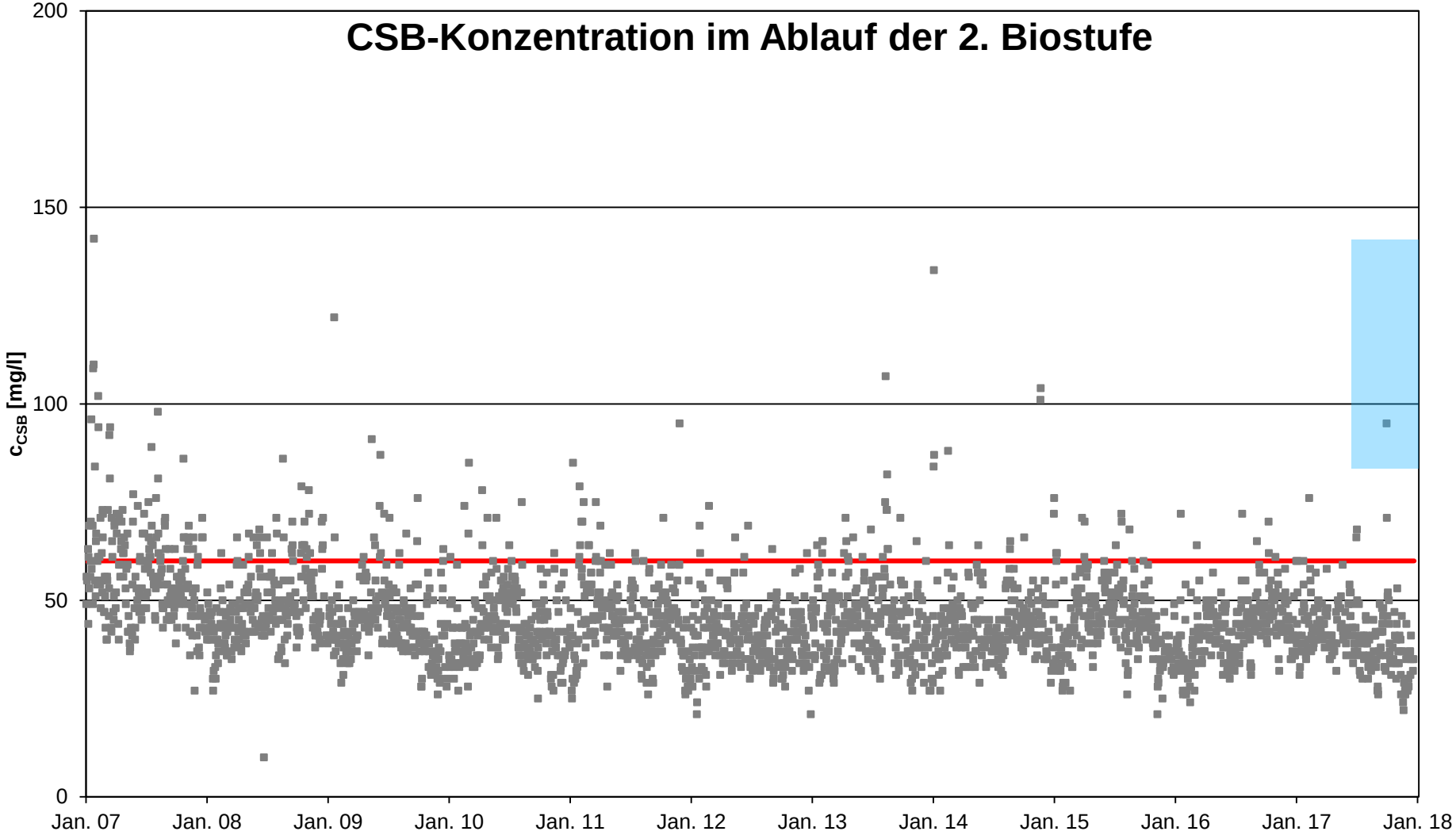
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - CSB-Elimination der letzten Jahre



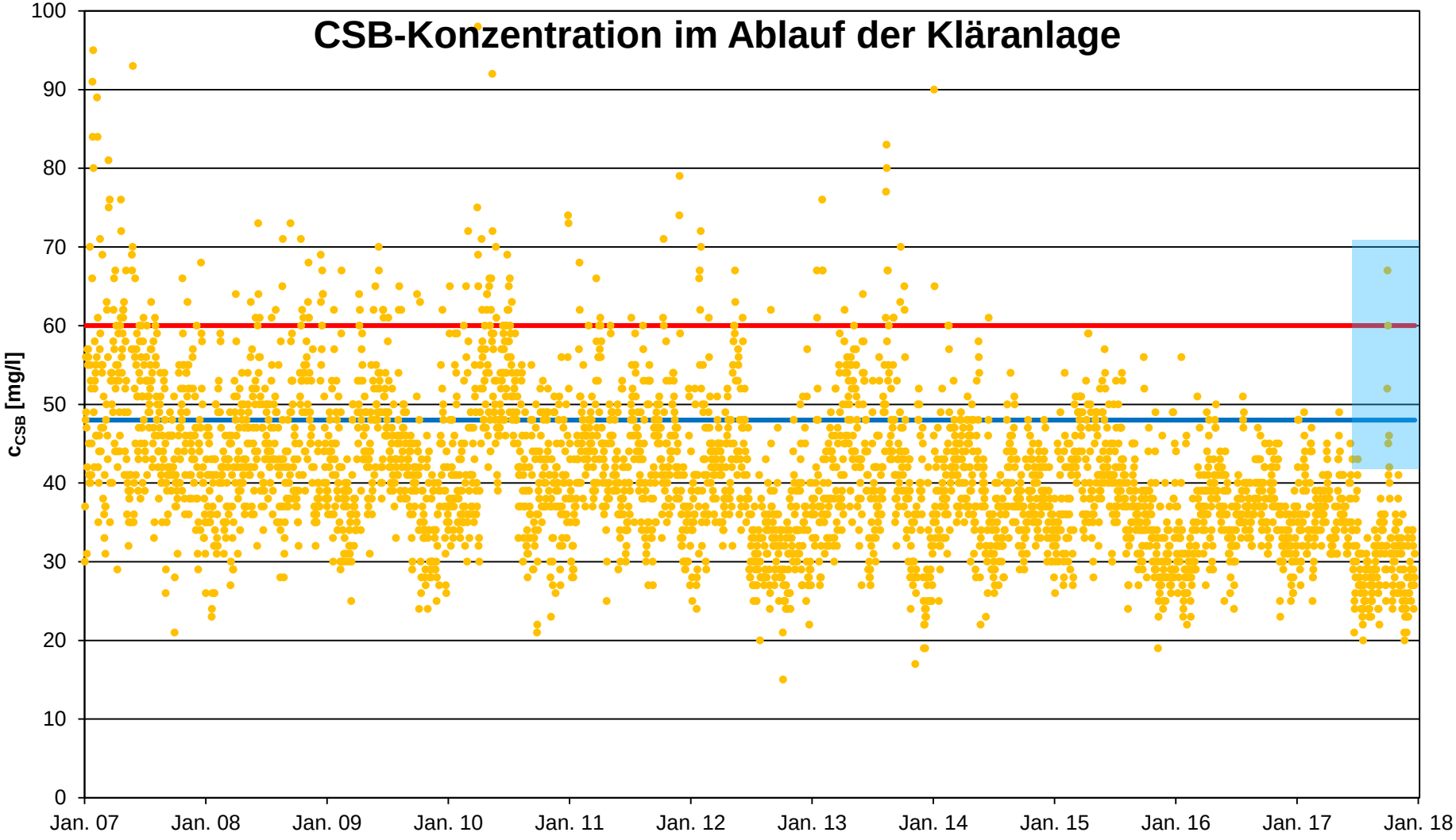
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - CSB-Elimination der letzten Jahre



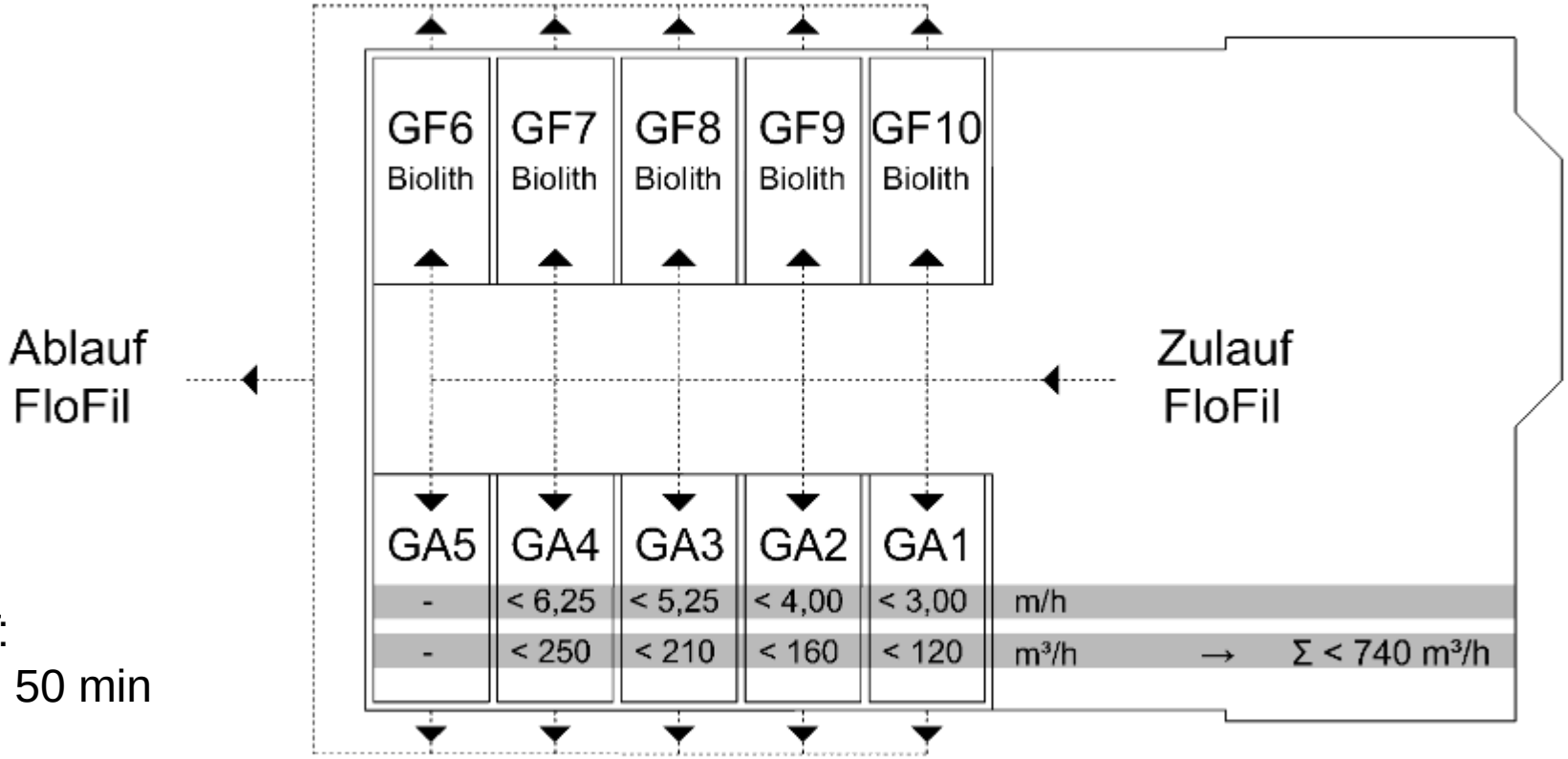
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - CSB-Elimination der letzten Jahre



# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - CSB-Elimination der letzten Jahre



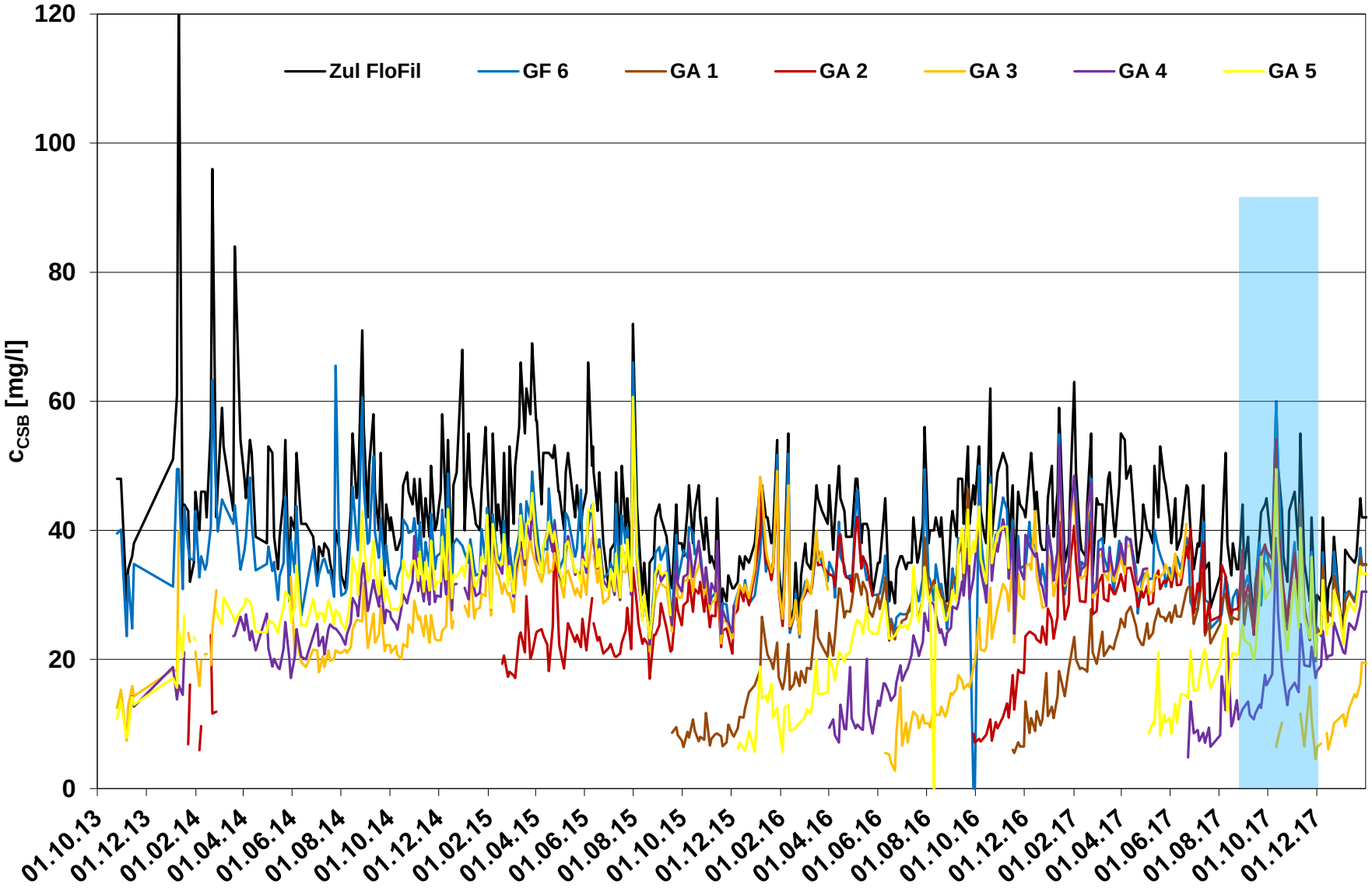
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Steuerungskonzept und Eliminationsleistung



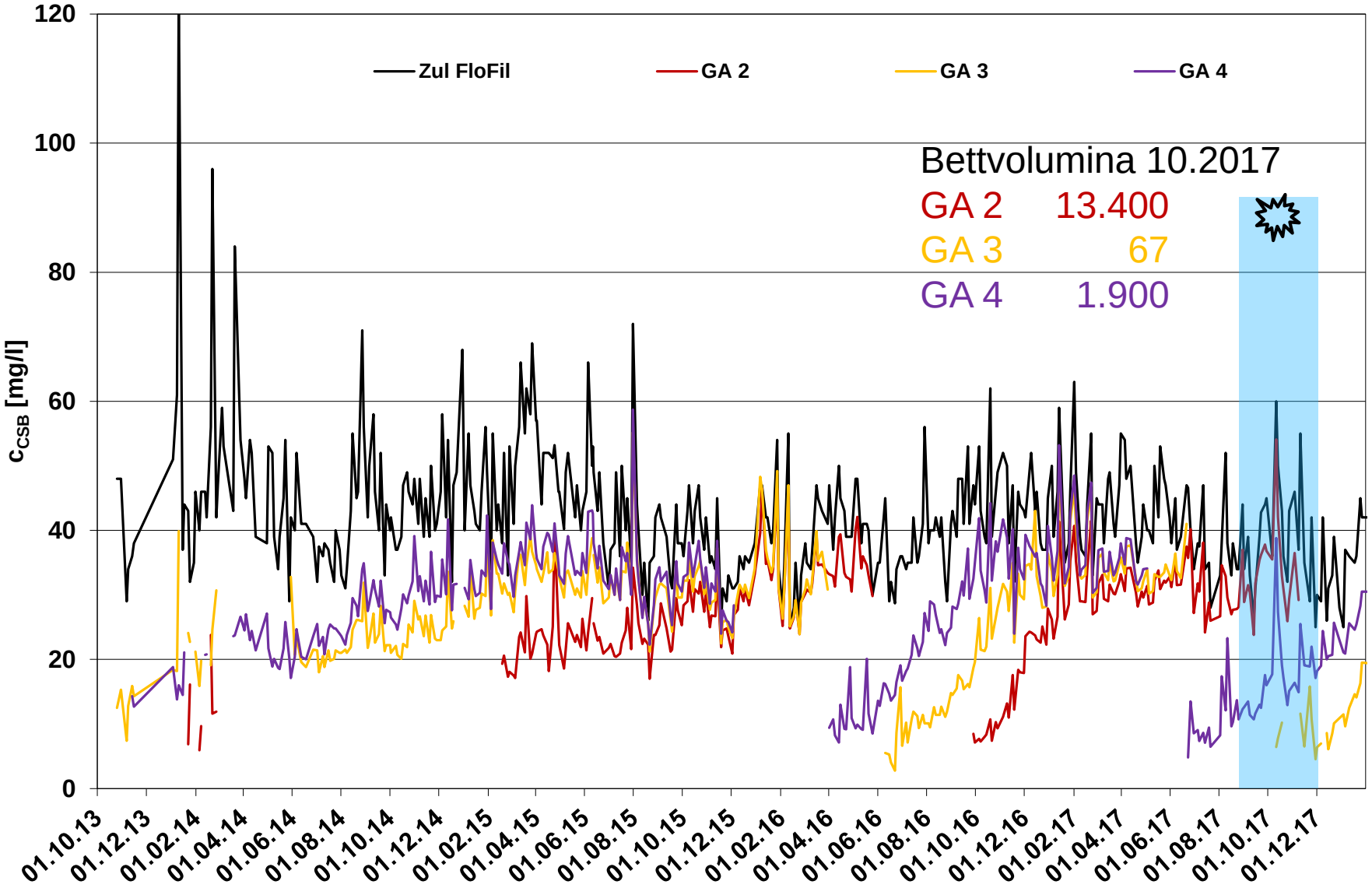

EBCT:
24 bis 50 min

| | GA 5 | GA 4 | GA 3 | GA 2 | GA 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| Erstbefüllung | 11.2010 | 04.2012 | 06.2012 | 12.2013 | 06.2014 |
| Priorität (von 1 abnehmend) | Stand-by | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Anzahl an Reaktivierungen | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 |

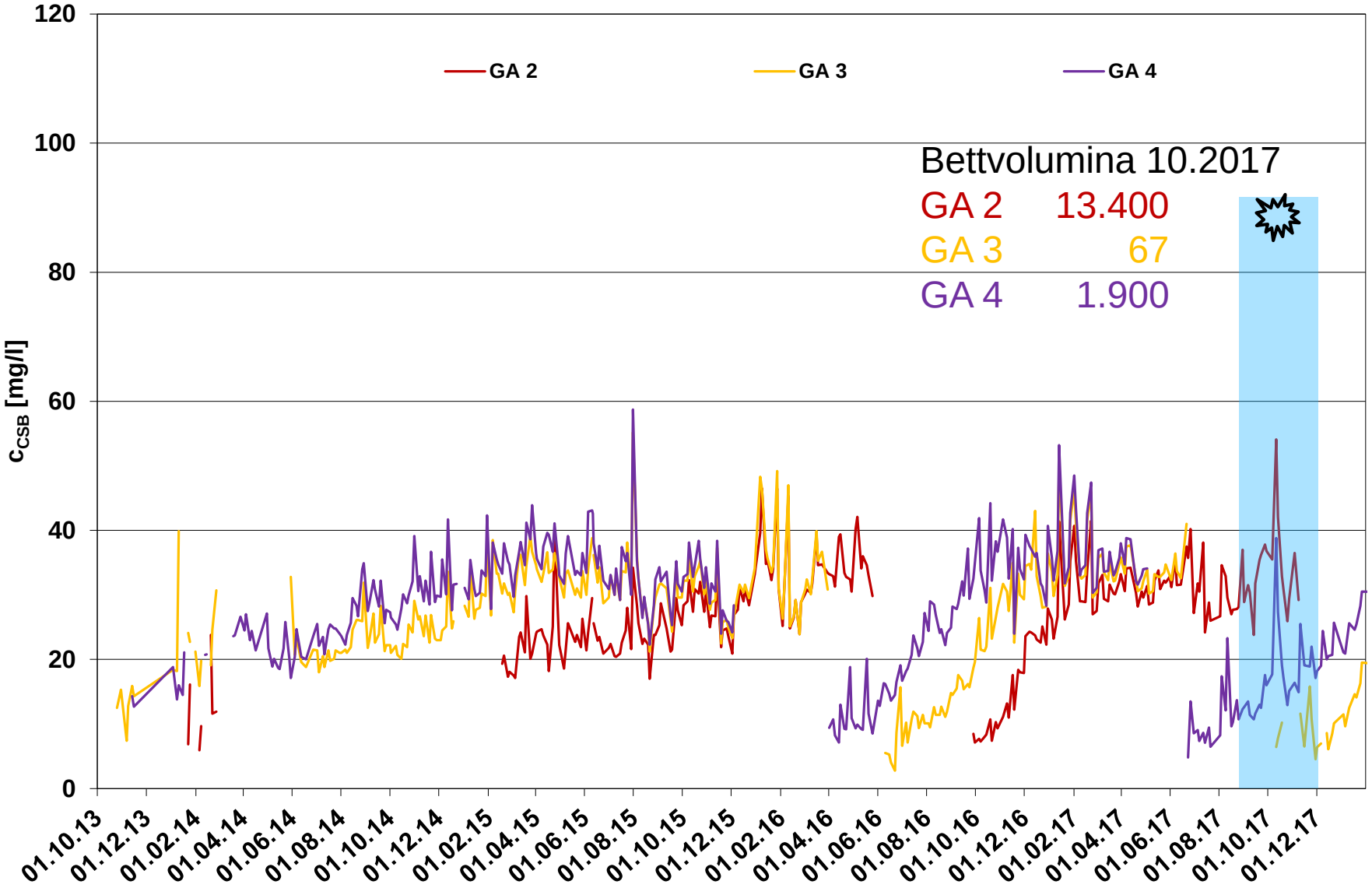
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Steuerungskonzept und Eliminationsleistung



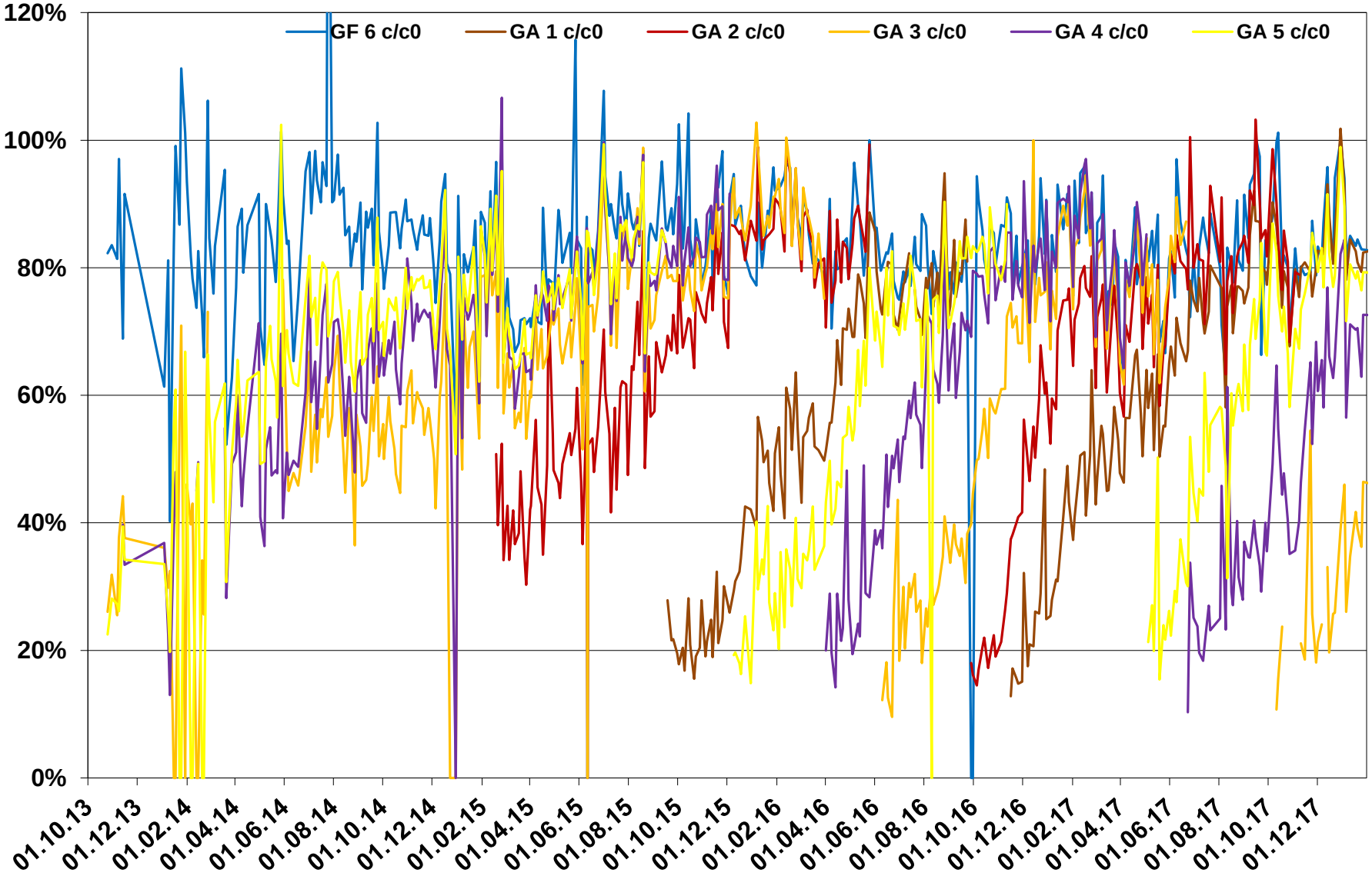
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Steuerungskonzept und Eliminationsleistung



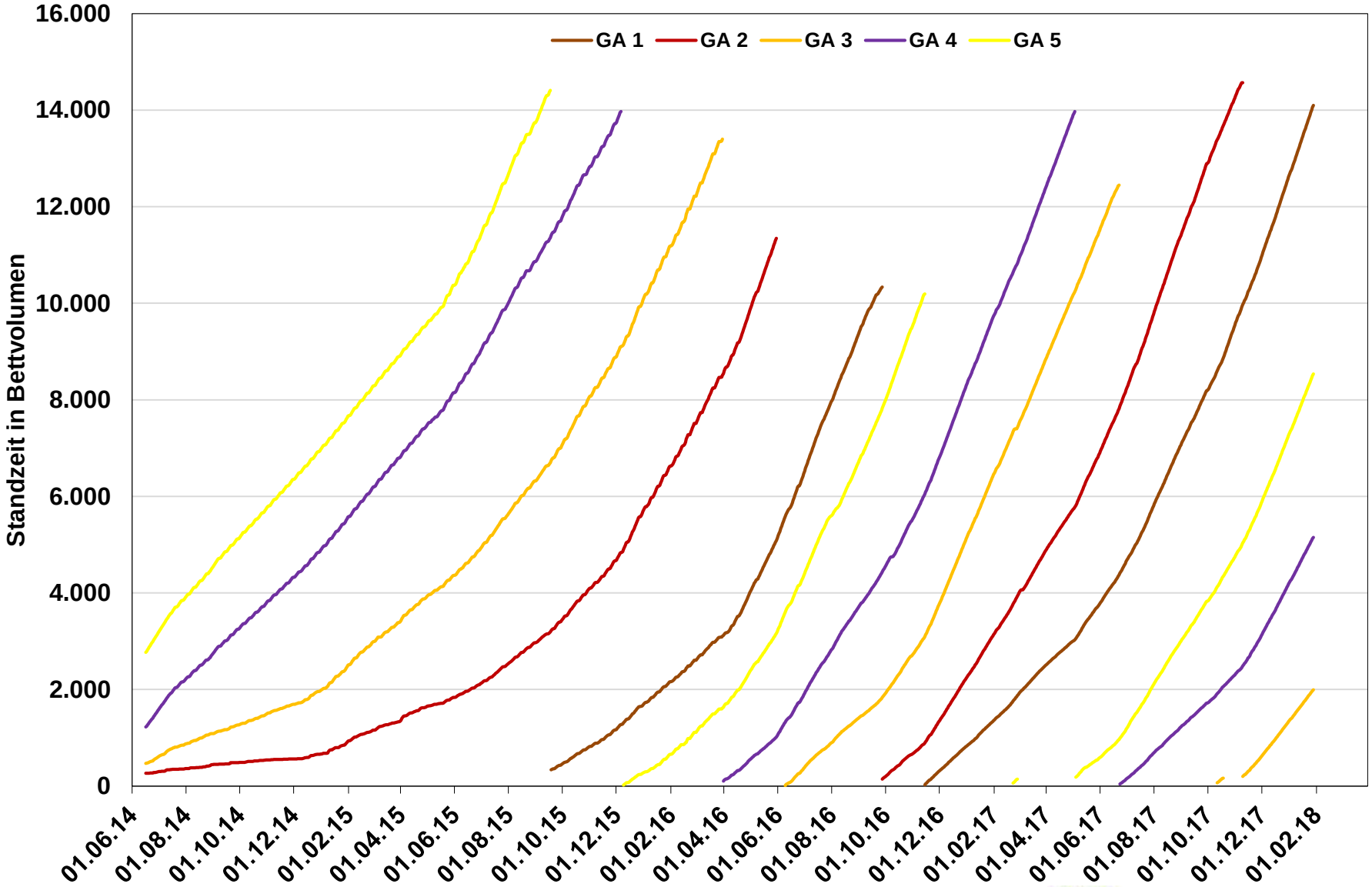
# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Steuerungskonzept und Eliminationsleistung



# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Steuerungskonzept und Eliminationsleistung



# Weitergehende CSB-Elimination durch Aktivkohlefiltration - Steuerungskonzept und Eliminationsleistung



# Gliederung

- Einleitung und Veranlassung
- Kurzvorstellung des Verbandsklärwerkes „Obere Lutter“
- Spurenstoffelimination
  - Betriebserfahrungen
  - Kosten
- Weitergehende CSB- und Aktivkohlefiltration
  - Sondereinleiter / spez. Abwasserzusammensetzung
  - CSB-Elimination der letzten Jahre
  - Fazit und Steuerungskonzepte
- Zusammenfassung

# Zusammenfassung

- stabiler praxistauglicher Betrieb beim AOL umgesetzt
- gute (verlässliche) Elimination von Spurenstoffen und CSB-Frachten
- Förderprogramme + Abrechnung über § 10 Abs. 3 AbwAG helfen beim Invest
- Einsparpotential durch

  → reduzierte Abwasserabgabe beim CSB generell möglich

  → Einhaltung des CSB-Grenzwertes

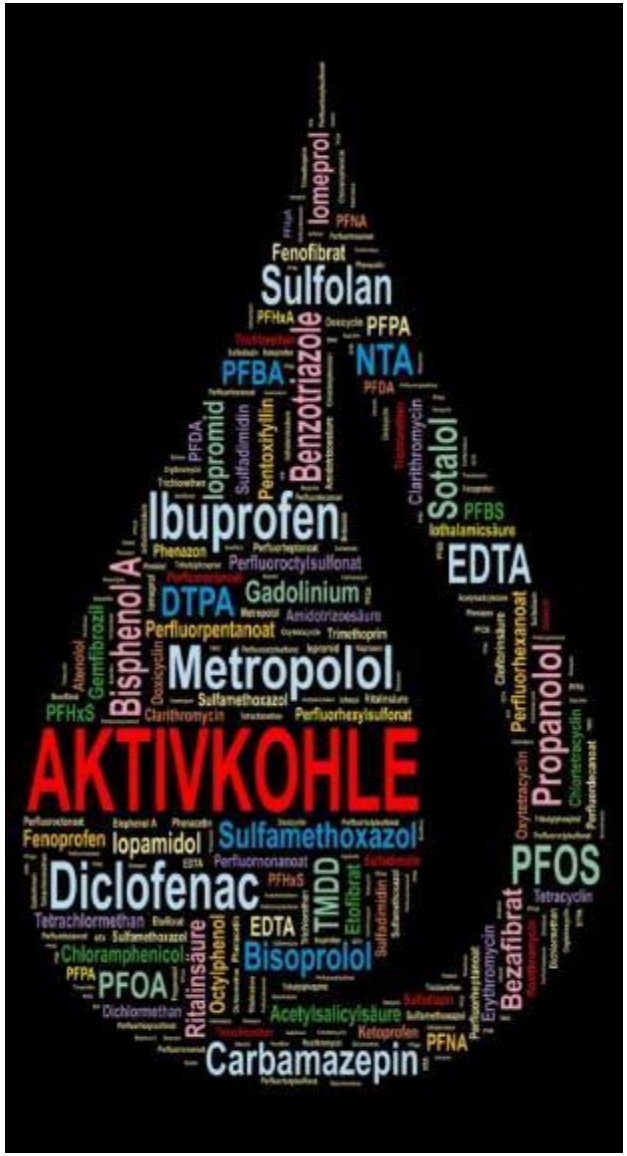



Bild: © cpt212, Fotolia

**Vielen Dank**

**für Ihre Aufmerksamkeit!**

www.obere-lutter.de

www.hydro-ingenieure.de

AOL
ABWASSERVERBAND
OBERE LUTTER

Hydro Ingenieure